

Sealing base layer for land-fill site - made by injecting three layers of thixotropic mineral and/or synthetic organic material

Publication number: DE3914685

Publication date: 1990-11-08

Inventor: DOERING FALK R DR (DE); DECRISTOFORO PETER
DIPL CHEM (DE); BRUEGGEMANN HEINRICH DIPL
ING (DE)

Applicant: PROCUREMENT & PROJECTS GMBH (DE)

Classification:

- international: **E02D19/16; E02D31/00; E02D19/00; E02D31/00;**
(IPC1-7): B09B1/00; E02B3/16; E02D3/12; E02D17/13;
E02D19/16; E21D19/00

- european: E02D19/16; E02D31/00B2

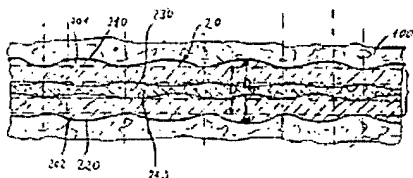
Application number: DE19893914685 19890503

Priority number(s): DE19893914685 19890503

[Report a data error here](#)

Abstract of DE3914685

Sealed bottom layer for an underground land-fill site is made by pressure injecting three layers, one above the other of thixotropic materials. The base layer and cover layer may be the same or different materials and the intermediate layer may be similar to either the base or cover layer or a different material altogether. **USE/ADVANTAGE** - Land-fill for household, textile and/or special types of wastes. Provides a durable layer which is resistant to ground water, chloro-organic solvents, hydrocarbons, etc.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

⑨ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑪ **DE 39 14685 A 1**

⑳ Aktenzeichen: P 39 14 685.5
㉑ Anmeldetag: 3. 5. 89
㉒ Offenlegungstag: 8. 11. 90

㉓ Int. Cl. 5:
E 02 B 3/16

E 02 B 3/16
B 09 B 1/00
E 02 D 17/13
E 02 D 3/12
E 02 D 19/16
E 21 D 19/00

DE 39 14685 A 1

㉔ Anmelder:
Procurement & Projects GmbH, 7000 Stuttgart, DE

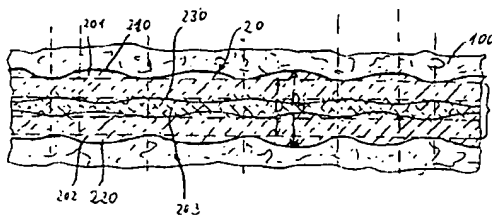
㉕ Vertreter:
von Puttkamer, N., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 8000
München

㉖ Erfinder:
Doering, Falk R., Dr.; Decristoforo, Peter,
Dipl.-Chem., 8000 München, DE; Brüggemann,
Heinrich, Dipl.-Ing., 6945 Hirschberg, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

㉗ **Dichtsohle für die Untergrundabdichtung eines Geländebereichs und Verfahren zu ihrer Herstellung**

Die Erfindung betrifft eine Dichtsohle (2) für die Untergrundabdichtung eines bestimmten Geländebereiches (1), insbesondere zur Basisabdichtung einer Deponie. Die Dichtsohle (2) weist einen Kompositaufbau auf, der aus einer Basisschicht (220), einer darüber angeordneten Deckschicht (210) und einer zwischen der Basisschicht (220) und der Deckschicht (210) angeordneten Nachdichtschicht (230) aus jeweils einem bestimmten mineralischen Material besteht.



DE 39 14685 A 1

Die Erfindung betrifft eine Dichtsohle für die Untergrundabdichtung eines Geländebereichs nach dem Oberbegriff des Patentanspruches 1 und ein Verfahren zur Herstellung dieser Dichtschicht nach dem Oberbegriff des Patentanspruches 1.

Deponien, beispielsweise Haus-, Gewerbemüll- und/oder Sondermülldeponien werden zur Unterbrechung von Emissionspfaden eingekapselt, wobei üblicherweise zur Basisabdichtung eine Dichtsohle in Form einer Dichtschicht aus mineralischem Dichtmaterial und zur seitlichen Abdichtung eine Umschließung verwendet werden (siehe z. B. Abfall Wirtschaftsjournal Nr. 1/2-Febr. 1989 IFFN 0934 – 6722, Seiten 44 bis 48 insbesondere Bild 1). Ein Nachteil besteht dabei darin, daß die Dichtschichten vor dem Befüllen der Deponie eingebracht werden müssen.

Dies gilt auch für das Einbringen von ebenfalls bekannten Kunststoff-Dichtfolien. Ein ebenfalls bereits gemachter Vorschlag sieht das nachträgliche Einbringen von Folien mit der Hilfe von ferngesteuerten Fräsrrobotern vor. Bei diesem Verfahren ist jedoch die wasserdichte Verbindung der einzelnen Folien mit beschränkter Breite kaum zu gewährleisten. Ein Problem dieser Abdichttechnologie besteht darin, daß die Folien auf Dauer zum größten Teil nicht beständig gegen Angriffe von Sickerwasser, chlor-organischen Lösungsmitteln und deren Verdünnungen, Kohlenwasserstoffen usw. sind. Selbst modernste HDPE-Dichtfolien sind nicht absolut dicht und weisen Permeationsraten bis zu 150g/m² und Tag auf (siehe: E. Reuter, Basisabdichtung für die Deponie, Entsorgungspraxis, Heft 12, 1987, S. 594 – 597).

Ein weiteres bekanntes Verfahren sieht ein bergmännisches Vorgehen unterhalb der Deponie vor, bei dem durch eine spezielle Tunnelbauweise und Gefrieretechnik unter die Deponie ein gewölbeartiges Untergeschoß eingezogen wird. Diese Technik ist jedoch sowohl technisch als auch finanziell äußerst aufwendig. Wegen der großen Aggressivität der Sickerwässer weist zudem die derart eingebrachte Beton-Dichtplatte eine beschränkte Lebensdauer auf.

Aufgabe der Erfindung ist es, eine Dichtsohle mit relativ zu bekannten Dichtsohlen höherer Langzeit-Dichtigkeit anzugeben, die vergleichsweise einfach unter einem bereits vorhandenen Geländebereich eingebracht werden kann und beständig gegen den Angriff von Sickerwasser, chlor-organischen Lösungsmitteln und deren Verdünnungen, Kohlenwasserstoffe usw. ist.

Diese Aufgabe wird durch eine Dichtsohle, die in dem kennzeichnenden Teil des Patentanspruches 1 angegebenen Merkmale aufweist, und durch ein Verfahren zur Herstellung dieser Dichtschicht gelöst, das die in dem kennzeichnenden Teil des Patentanspruches 11 angegebenen Merkmale aufweist.

Ein wesentlicher Vorteil der Erfindung besteht darin, daß die eingebrachte Kompositschicht eine vollständige Abdichtung eines Geländebereichs, beispielsweise einer Deponie oder eines kontaminierten Bodenbereichs unabhängig von der Bodenbeschaffenheit (einschließlich anstehender Felsen) ermöglicht. Dabei ist es von Bedeutung, daß bereits vorhandene Deponien und dergl. abgedichtet werden können. Durch die zwischen der Deckschicht und der Basisschicht eingebrachte Nachdichtschicht werden vorteilhafterweise zur Erzielung einer vollständigen Dichtigkeit Aussparungen bzw. Hohlräume oder Risse der Deck- bzw. Basisschicht aus-

gefüllt und abgedichtet. Genauer gesagt wird bei der sandwichartigen Bauweise durch das Einbringen der Nachdichtschicht zwischen die Deck- und Basisschicht und durch die Verwendung von thixotropen Materialien für die genannten drei Schichten erreicht, daß der zwischen der Deck- und Basisschicht bestehende Zwischenraum vollständig abgedichtet wird und ein nahtloser Übergang zwischen den drei Schichten der Kompositschicht in vertikaler Richtung erfolgt. Durch die Verwendung der thixotropen Materialien ergibt sich auch, daß die einzelnen, von benachbarten Sonden aus eingebrachten Schichten jeweils in horizontaler Richtung nahtlos ineinander übergehen bzw. verfließen.

Ein weiterer Vorteil besteht darin, daß eine Auswahl der thixotropen Materialien und deren Zusammensetzung an die physikalischen und chemischen Gegebenheiten des Bodens, Kontaminationen des Bodens und an die unter Umständen auftretenden Sickerwässer und anderen Schadstoffe angepaßt werden kann. Dabei können in Abhängigkeit von diesen Gegebenheiten auch die Deck- und Basisschicht aus verschiedenen Materialien bestehen.

Vorteilhafterweise kann die erfindungsgemäße Kompositschicht äußerst einfach mit üblichen Mitteln und Verfahrensschritten in beliebigen Tiefen in den Untergrund eingebracht werden.

Ein weiterer wesentlicher Vorteil besteht darin, daß durch die angewandte Technologie die horizontale oder geneigte Kompositschicht an ihrer Peripherie vertikal umgelenkt werden kann, so daß gerade bei Arbeitstiefen von mehr als 50m eine Wanne bis an die Geländeoberkante hochgezogen werden kann. Hierbei kann z. B. mit drei oder mehr Bohrreihen die Kompositschicht als solche vertikal umgelenkt werden. Es ist aber auch denkbar, die vertikal verlaufenden Seitenwände aus nur einem thixotropen Stoff aufzubauen, der vorzugsweise an die untere Dichtschicht anschließt. Der besondere Vorteil dieser Technologie besteht in der hohen Dichtwirkung am "angeschleppten" Übergang von der horizontal oder geneigt verlaufenden Dichtschicht bzw. Kompositschicht zur vertikalen Seitenwand.

Bevorzugte und vorteilhafte Ausgestaltungen der erfindungsgemäßen Dichtsohle gehen aus den Unteransprüchen 2 bis 10 hervor. Bevorzugte und vorteilhafte Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Verfahrens gehen aus den Unteransprüchen 11 bis 15 hervor.

Im folgenden werden die Erfindung und deren Ausgestaltungen im Zusammenhang mit den Figuren näher erläutert. Es zeigt

Fig. 1 eine Draufsicht auf einen Ausschnitt eines Geländes mit einem bestimmten abgegrenzten Geländebereich, der beispielsweise eine Deponie ist, und in dessen Untergrund die erfindungsgemäße Dichtsohle einzuziehen ist, wobei nachträglich rasterförmig angeordnete Orte markiert sind, in denen Bohrungen zum Einführen von Hochdruckinjektionssonden markiert sind;

Fig. 2a bis 2d jeweils einen vertikalen Schnitt durch den Geländeausschnitt der Fig. 1 längs der Schnittlinie II-II, wobei bereits Bohrungen abgeteuft und in diese Bohrungen Hochdruckinjektionssonden eingebracht sind, die in der bestimmten Teufe angeordnet sind, wobei

in Fig. 2a an einer Hochdruckinjektionssonde bereits das thixotrope Dichtmaterial der Deckschicht und der Basisschicht in das umgebende Erdreich bis zu einem definierten Radius eingepreßt ist,

in Fig. 2b an dieser Hochdruckinjektionssonde das thixotrope Dichtmaterial der Nachdichtschicht zwischen

die Deckschicht und die Basisschicht eingepreßt ist, in Fig. 2c bereits an einer zur einen Hochdruckinjektionssonde benachbarten Hochdruckinjektionssonde die Dichtmaterialien der Deckschicht, Nachdichtschicht und Basisschicht in das umgebende Erdreich eingepreßt sind, wobei die aus diesen benachbarten Hochdruckinjektionssonden eingepreßten Dichtmaterialien ineinander geflossen sind und nahtlos ineinander übergehen, und

in Fig. 2d die fertige Dichtsohle gezeigt ist, und

Fig. 3 in vergrößerter schematischer Darstellung einen Schnitt durch eine in eine Bohrung eingebrachte Hochdruckinjektionssonde, bestehend aus zwei verschiebbar in einem Filterrohr angeordneten Packern, zwischen denen das jeweilige Dichtmaterial horizontal in das umgebende Erdreich eingepreßt wird und

Fig. 4 eine Weiterbildung der Erfindung.

Die Zeichnungen sind schematisch und nicht maßstäblich.

In den Figuren sind der Geländeausschnitt mit 10, die Deponie mit 1, deren Umrandung an der Geländeoberfläche mit 11, der Geländeuntergrund mit 100, der Deponieuntergrund mit 12 und die Basis der Deponie bzw. Kontamination mit 120 bezeichnet. Die in der Fig. 1 rasterförmig angeordneten Kreuze 3 markieren Orte, an denen Bohrungen 4 bis zur vorbestimmten Teufe 7 abgeteuft werden. Diese Orte müssen nicht in der gezeichneten Regelmäßigkeit angeordnet sein, sondern können in Abhängigkeit von der Bodenbeschaffenheit z. B. rautenförmig oder mehr oder weniger unregelmäßig sein. Wichtig ist nur, daß ein bestimmtes Rastermaß A, d. h., ein vorbestimmter Abstand zwischen benachbarten Orten 3 nicht überschritten wird. Dieses Rastermaß A ist durch den Radius r bestimmt, bis zu dem sich die von einer Hochdruckinjektionssonde 5 unter hohem Druck horizontal in das umgebende Erdreich eingebrachten Materialien ausbreiten. Das Rastermaß A muß kleiner als das Doppelte dieses Radius r sein. Der Radius r ist wiederum abhängig von der Bodenbeschaffenheit und den angewandten Druck.

Bei den Fig. 2a bis 2d und in Fig. 3 ist angenommen, daß an den Orten 3 Bohrungen 4 bis zur vorbestimmten Teufe 7 abgeteuft sind und daß in die unteren Enden dieser Bohrungen Hochdruckinjektionssonden 5 eingesetzt sind, deren beispielhafter Aufbau später näher erläutert werden wird und mit denen eine Dichtsohle 2 in Kompositaufbau mit einer nominalen Dicke D erzeugt werden soll. Die nominalen Dicken der einzelnen Schichten der Kompositschicht, nämlich der Deckschicht, der Nachdichtschicht und der Basisschicht sind d_1 , d_3 bzw. d_2 .

Von einer oder mehreren Hochdruckinjektionssonden 5, beispielsweise der mittleren Sonde 5 in Fig. 2a aus, wird zunächst das Dichtmaterial der Deck- und Basisschicht 21 bzw. 22 in zwei Schritten in das umgebende Erdreich eingepreßt. Hierzu wird jede Sonde 5 zwischen zwei Positionen versetzt. In jeder Position wird zur Erzeugung der Deck- bzw. Basisschicht 21, 22 ein thixotropes Material in flüssiger Form horizontal aus der Sonde 5 in das umgebende Erdreich eingepreßt. Zur Bildung der Nachdichtschicht 23 wird die Sonde 5 in eine mittlere Position gebracht.

Im Zusammenhang mit der Fig. 3 wird nun beispielhaft der Aufbau einer Sonde 5 näher erläutert. In der schematisch dargestellten Weise wird diese Sonde 5 im wesentlichen durch ein mit Öffnungen versehenes Rohr, das im folgenden als Filterrohr 51 bezeichnet wird, einen oberen Packer 52 und einen unteren Packer 53

gebildet. Der obere Packer 52 weist im wesentlichen die Form eines kreisringförmigen Körpers auf, dessen mittige Öffnung 54 durch eine Klappe 55 verschließbar ist, die bei einem von oben auf sie ausgeübten Druck nach unten beweg- und öffnbar ist. In der entsprechenden Weise besitzt der kreisringförmige Körper 56 des unteren Packers 53 eine zentrale Öffnung 57, die durch eine Klappe 58 verschließbar ist, wenn von oben ein Druck auf sie ausgeübt wird. Die Dichtwirkung zwischen der Wandung der Öffnung 54 bzw. 57 und der entsprechenden Klappe 55 bzw. 58 wird durch schematisch dargestellte Dichtungen 59 erreicht.

Nach dem Einbringen einer Bohrung 4 wird zunächst ein Filterrohr 51 in den Bereich der Bohrung 4 eingebracht, von dem aus die Kompositschicht erzeugt werden soll. Anschließend werden der untere Packer 53 und danach der obere Packer 52 so eingesetzt, daß der zwischen ihnen bestehende Raum dem Bereich entspricht, von dem aus durch das Filterrohr 51 die Basis-, Deck- oder Nachdichtschicht 22, 21, 23 eingebracht werden soll. Durch Versetzen der Packer 52, 53 können zunächst die Deck- und Basisschicht 21, 22 in beliebiger Reihenfolge hergestellt werden. Danach wird nach Versetzen der Packer 52, 53 auf eine Mittelposition die Nachdichtschicht 23 erzeugt. Bei der Herstellung jeder Schicht wird eine Hochdruckleitung durch die zentrale Öffnung 54 des oberen Packers 52 dicht hindurchgeführt, wobei sich die Klappe 55 öffnet. Beim Einbringen des entsprechenden thixotropen Materials unter Druck schließt sich die Klappe 58 des unteren Packers 53.

Zum Einbringen und Versetzen der Packer 52, 53 werden diese vorzugsweise am Kopf des Bohrgestänges befestigt und mit dem Bohrgestänge bewegt.

Spezielle Ausgestaltungen von Packern gehen aus "Konrad Simmer, Grundbau, Teil 1: Bodenmechanik und erdstatistische Berechnungen, Stuttgart, 1987, Seiten 303 bis 306" hervor.

Beim Einpressen der Deckschicht 21 und Basisschicht 22 unter hohem Druck P breitet sich das jeweilige thixotrope Dichtmaterial im Vertikalschnitt doppelnierefförmig und im Horizontalschnitt radial bis zu dem definierten Radius r aus, der größer als die Hälfte des Rastermaßes A ist. Der mit Dichtmaterial der Deckschicht ausgefüllte Bereich ist in den Figuren mit 201 und der mit Dichtmaterial der Basisschicht 22 ausgefüllte Bereich des Erdreiches ist mit 202 bezeichnet. Vorzugsweise werden der Druck P und die Positionen der Packer 52, 53 so gewählt, daß die Deckschicht 21 und die Basisschicht 23 an den einander zugewandten Flächen voneinander beabstandet sind. Es ist jedoch auch denkbar, die genannten Parameter so zu wählen, daß die einander zugewandten nierefförmigen Ausbauchungen der Deck- und Basisschicht 21, 22 verfließen.

Zwischen diese Bereiche 201 und 202 wird nachfolgend unter einem höheren Druck P_1 das thixotrope Material der Nachdichtschicht 23 horizontal eingepreßt, wobei infolge der Thixotropie gewährleistet wird, daß die Materialien der Basisschicht 22 und der Deckschicht 21 wieder fließfähig werden, wenn der Druck P_1 der Nachdichtschicht 23 auf sie einwirkt. Der mit dem Dichtmaterial der Nachdichtschicht 23 gefüllte Bereich des Erdreiches ist in den Fig. 2b mit 203 bezeichnet. Dieses Dichtmaterial füllt nicht nur den Zwischenraum zwischen der Deckschicht 21 und der Basisschicht 22 aus, sondern dringt auch noch in eventuell bestehende Hohlräume in der Deck- und Basisschicht 21 bzw. 22 ein und füllt diese dichtend aus.

Der beschriebene Einpreßvorgang wird von Hoch-

druckinjektionssonde 5 zu Hochdruckinjektionssonde 5 sukzessive fortgesetzt, wobei eventuell im Raum zwischen der Deck- und Basisschicht 21, 22 vorhandene Porenluft und/oder vorhandenes Porenwasser zur Seite verdrängt wird. In der Fig. 2c ist gezeigt, wie die mit den thixotropen Dichtmaterialien gefüllten doppelnie-
förmigen Bereiche 201 bzw. 202 und die mit dem thixotropen Dichtmaterial der Nachdichtschicht 23 gefüllten Bereiche 203 sich durchmischen und ineinander übergehen, wobei vorausgesetzt ist, daß diese Bereiche sich in flüssiger Form des Dichtmaterials durchmischen.

Am Ende entsteht die in Fig. 2d dargestellte reale Dichtsohle 20 in Kompositaufbau, die sich vertikal und horizontal ausbreitet und aus der realen Deckschicht 210, der realen Basisschicht 220 und der realen Nachdichtschicht 230 besteht, welche nahtlos ineinander übergehen.

Die reale Deckschicht 210 besteht aus den horizontal nahtlos ineinander übergehenden Bereichen 201. Die reale Basisschicht 220 besteht aus den horizontal nahtlos ineinander übergehenden Bereichen 203, während die reale Nachdichtschicht 230 aus den horizontal nahtlos ineinander übergehenden Bereichen 203 besteht.

Auch in vertikaler Richtung erfolgt aufgrund der Thixotropie der Materialien der Schichten 21, 22 und 23 ein fließender bzw. nahtloser Übergang zwischen den einzelnen Schichten. Ein Einschluß von gasförmigen oder flüssigen Materialien kann weitgehend ausgeschlossen werden.

Da sich, wie schon erwähnt, die aus Suspensionen bestehenden thixotropen Dichtmaterialien für die Deckschicht 21 und die Basisschicht 22 doppelnieförmig verteilen, ist die effektive Dicke D_1 der realen Dichtsohle 20 eindeutig größer als die nominale Dicke D .

Der Kompositaufbau der Dichtsohle 20 sichert einen Durchlässigkeitsbeiwert von wenigstens 10^{-9} m/sec und weniger.

Die erfindungsgemäße Dichtsohle im Kompositaufbau kann beispielsweise bei allen Deponien und Einkapselungen von Altlasten zur Untergrundabdichtung eingesetzt werden.

Es werden nun die zur Herstellung der Deckschicht 21, der Basisschicht 22 sowie der Nachdichtschicht 23 geeigneten Materialien näher erläutert. Allgemein ausgedrückt eignen sich für diese Schichten alle Materialien, die ein thixotropes Verhalten zeigen. Vorzugsweise handelt es sich bei den verwendeten thixotropen Materialien um mineralische Materialien, um synthetische organische Materialien oder um Mischungen dieser Materialien. Als mineralische Materialien werden beispielsweise Mischungen aus vorzugsweise feinstkörnigem Quarzsand und reaktionsträgen Tonen verwendet. Diesen Mischungen können Binde- und Fließmittel zugegeben werden, bei denen es sich beispielsweise um Silikatgel handelt. Synthetische Materialien oder Mischungen aus mineralischen Materialien und synthetischen Materialien werden insbesondere dann angewendet, wenn wegen der möglichen Aggressivität der austretenden Sickerwässer, Lösungsmittel, Kohlenwasserstoffe oder wegen gasförmiger Emissionen an die Beständigkeit der Schichten hohe Anforderungen gestellt werden.

Im folgenden wird ein Beispiel für die Anwendung der Erfindung in der Praxis näher erläutert.

Die Deponie 1 hat eine Ablagerungsfläche von etwa 120×150 m. Ihre Basis 120 liegt etwa 28 m unter der Geländeoberkante GOK. Die Dichtsohle 2 bzw. 20 in Kompositaufbau wird etwa 35 m unter Geländeober-

kante eingezogen und muß mindestens die angegebene Fläche der Deponie haben. Vorteilhafterweise kann eine Anpassung der Dichtsohle 2 an den unteren Verlauf der Deponie 1 durch verschieden langes Abteufen der Bohrungen 4 erreicht werden. Die nominale Dicke D der Dichtsohle 2 beträgt etwa 5 m. Die nominalen Dicken d_1 und d_2 der Deckschicht 21 bzw. der Basisschicht 22 liegen jeweils bei etwa 1,75 m. Die Deckschicht 21 und die Basisschicht 22 bestehen beispielsweise jeweils aus einem thixotropen Gemisch aus Quarzsand, Tonen und aus einem Silikatgel als Binde- und Fließmittel, beispielsweise aus Silikatgel oder synthetischen anorganischen oder organischen Verbindungen, wie z.B. DynagROUT^R der Firma Hüls-Treußdorf AG. Die Nachdichtschicht 23 besteht z. B. aus Silikatgel, das aus Wasserglas und Natriumaluminat besteht.

Das Gemisch für die Deck- und Basisschicht 21 bzw. 22 wird mit einem Druck P (z. B. etwa 250 bar) das Dichtmittel für die Nachdichtschicht 23 mit einem um etwa 100 bar höheren Druck P_1 in einem Rastermaß von etwa 5×5 m eingepreßt.

Es wird darauf hingewiesen, daß die Bohrungen 4 nach der Herstellung der Kompositschicht abgedichtet werden. Vorzugsweise geschieht dies mit einem am Rohrende der Injektionssonde ausgepreßten thixotropen Material der genannten Art, so, daß eine vollständige Abdichtung mit der Kompositschicht erfolgt. Vorzugsweise wird dabei folgendermaßen vorgegangen. Zunächst werden die beiden Packer 52, 53 aus dem Bohrloch 4 entfernt. Es wird dann am unteren Ende des die Bohrung auskleidenden Rohres ein nach oben abdichtender Packer der Art des Packers 52 eingesetzt. Das untere Ende mit dem genannten Packer wird auf die Höhe des oberen Endes der Basisschicht 22 gebracht. Nach Einsetzen eines Hochdruckrohres in die zentrale Öffnung des Packers wird der Raum zwischen dem Packer und dem Ende der Bohrung mit einem thixotropen Material, das vorzugsweise demjenigen der Basisschicht 22 entspricht, gefüllt. Das unter Druck eingebrachte thixotrope Material verbindet sich nahtlos mit dem thixotropen Material der Basisschicht 22. Im nächsten Schritt wird das Rohr mit dem Packer so weit zurückgezogen, bis sich der Packer an der oberen Grenze der Nachdichtschicht 23 befindet. Dann wird in der zuvor beschriebenen Weise in den Raum zwischen den Packer und dem oberen Ende der Bohrung in den Endbereich der Bohrung 4 eingebrachten Schicht durch die zentrale Öffnung des Packers unter Druck ein thixotropes Material eingebracht, das vorzugsweise demjenigen der Nachdichtschicht 23 entspricht und sich mit den thixotropen Materialien der Nachdichtschicht 23 und der im Endbereich der Bohrung 4 befindlichen Schicht verbindet. Das im Bereich der Deckschicht 21 befindliche Loch wird danach in derselben Weise durch Zurückziehen des Packers an die obere Grenze der Deckschicht 21, vorzugsweise mit einem dem Material der Deckschicht 21 entsprechenden thixotropen Material ausgefüllt.

Der über der Kompositschicht befindliche Abschnitt der Bohrung 4 kann z. B. mit Sand, Bentonit, einem Tongemisch, Zement oder einem anderen Dichtmittel ausgefüllt oder zum Einsturz gebracht werden. Dieser Abschnitt kann auch mit einem Kunststofffilterrohr ausgebaut werden, so daß ein Kontrollbrunnen für Sickerwasser gebildet wird.

Zur Seite wird die Abdichtung bis zur Teufe von etwa 35 bis 50 m vorzugsweise durch vertikale Schlitzwände bewirkt, die in an sich bekannter Weise durch Ausheben von Schlitten in das Erdreich derart eingebracht wer-

den, daß sie bündig auf der zuvor hergestellten Kompositschicht aufliegen. Die Kompositschicht wird daher so eingebracht, daß sie die Deponie 1 und die Schlitzwände seitlich überragt. Vorzugsweise wird als Material für die Schlitzwände ein thixotropes Material gewählt, das insbesondere demjenigen der Deckschicht 21 entspricht, so daß sich aufgrund des auf die Deckschicht 21 ausgeübten Druckes ein nahtloser Übergang zwischen Deckschicht 21 und den Schlitzwänden ergibt.

Es wird darauf hingewiesen, daß die zuvor genannten Bohrungen in an sich bekannter Weise auch mit der Hilfe von sogenannten Erdraketen eingebracht werden können.

In denjenigen Fällen, in denen die genannten seitlichen Schlitzwände bei großen Tiefen (größer 50 m) der Kompositschicht nicht mehr eingebracht werden können, ist es denkbar, die horizontale oder geneigte Kompositschicht an ihrer Peripherie nach oben umzulenken, so daß bis an die Geländeoberkante eine Wanne hochgezogen werden kann (Fig. 4a). Dabei kann die Kompositschicht als ganzes mit der Hilfe von drei Reihen I, II, III von Bohrungen hochgezogen werden, wobei jeweils eine Reihe der Deckschicht 201, eine Reihe der Basischicht 202 und eine Reihe der Nachdichtschicht 203 zugeordnet sind. In jeder Reihe I, II, III sind die Bohrungen entlang der Peripherie der Kompositschicht so voneinander beabstandet, daß das unter Druck in eine Bohrung eingebrachte thixotrope Material mit dem in die benachbarte Bohrung jeweils eingebrachten Material verfließen kann. Die Reihen I, II, III verlaufen etwa parallel zueinander und sind entsprechend den Abständen der Schichten der Kompositschicht voneinander beabstandet. Die Bohrungen verlaufen unter einem vorgegebenen Winkel schräg zur Kompositschicht, so daß die genannte Wanne entsteht. Das Auspressen der thixotropen Materialien aus den Bohrungen erfolgt mit der Hilfe der bereits beschriebenen Packertechnik, wobei nach oben abdichtende Packer sukzessive in den Bohrungen bis zur Geländeoberkante versetzt werden.

Es ist auch denkbar, nur eine einzige Schicht der Kompositschicht, vorzugsweise die untere Basisschicht 202, mit der Hilfe nur einer Bohrreihe oder zwei Schichten der Kompositschicht mit der Hilfe von zwei Bohrreihen in der zuvor beschriebenen Weise zur Bildung einer Wanne hochzuziehen.

Gemäß Fig. 4b können in der im Zusammenhang mit der Fig. 4a beschriebenen Weise mit der Hilfe von V-förmig zueinander eingebrachten Bohrreihen I', II', III' und I'', II'', III'' V-förmig zueinander verlaufende Kompositschichten zur wannenförmigen Abdichtung einer Deponie D oder dergleichen erzeugt werden.

Patentansprüche

1. Dichtsohle (2; 20) für die Untergrundabdichtung eines bestimmten Geländebereiches (1), insbesondere zur Basisabdichtung einer Deponie (12) oder Bodenkontamination, gekennzeichnet durch einen Kompositaufbau, bestehend aus einer Basisschicht (22; 220), einer darüber angeordneten Deckschicht (21; 210) und einer zwischen diesen Schichten (21, 22; 210, 220) angeordneten Nachdichtschicht (23; 230) aus jeweils einem bestimmten thixotropen Material.
2. Dichtsohle nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Deckschicht (21; 210) und die Basisschicht (22; 220) aus denselben oder unterschiedlichen Materialien bestehen.

3. Dichtsohle nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Material der Nachdichtschicht (23; 230) dem Material der Deckschicht (21; 210) und/oder dem Material der Basisschicht (22; 220) entspricht oder ein von diesem Material verschiedenes Material ist.

4. Dichtsohle nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß als thixotropes Material ein mineralisches Material oder ein Gemisch aus einem mineralischen und einem synthetischen organischen Material vorgesehen ist.

5. Dichtsohle nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß als mineralisches Material ein Gemisch aus Quarzsand und reaktionsträgen Tonen verwendet ist.

6. Dichtsohle nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Gemisch Binde- und/oder Flußmittel enthält.

7. Dichtsohle nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß als Binde- und/oder Flußmittel Silikatgel zugegeben ist.

8. Dichtsohle nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß als mineralisches Gemisch ein Gemisch aus Bentonit, Zement und Wasser verwendet ist.

9. Dichtsohle nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß als Material ein Silikatgel verwendet ist.

10. Dichtsohle nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß als Material Silikatgel verwendet ist.

11. Verfahren zum Einziehen einer Dichtsohle (20) nach einem der Ansprüche 1 bis 10 in den Untergrund des vorbestimmten Geländebereiches (1),

— dadurch gekennzeichnet, daß von rasterförmig über den Geländebereich (1) verteilten und in vorbestimmter Teufe (T) in den Untergrund eingebrachten Hochdruckinjektionssonden (5) aus jeweils das thixotrope Material der einzelnen Schichten (210, 230, 220) unter hohem Druck (P) horizontal in das die betreffende Hochdruckinjektionssonde (5) umgebende Erdreich derart injiziert wird, daß die aus jeweils benachbarten Hochdruckinjektionssonden (5) in das umgebende Erdreich injizierten Dichtmaterialien bereichsweise nahtlos ineinander übergehen.

12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß von einer Hochdruckinjektionssonde (5) zuerst die Dichtmaterialien der Deck- und Basischicht (210, 220) übereinander unter dem hohen Druck (P) in das umgebende Erdreich injiziert werden, und daß zwischen diese injizierten Materialien nachfolgend das Dichtmaterial der Nachdichtschicht unter einem relativ zum hohen Druck (P) höheren Druck (P₁) injiziert wird.

13. Verfahren nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, daß für jede vorbestimmte Hochdruckinjektionssonde (5) eine Bohrung (4) bis zur vorbestimmten Teufe (T) abgeteuft und in den unteren Endbereich dieser Bohrung (4) die Hochdruckinjektionssonde (5) in Form von zwei in einem bestimmten Abstand voneinander angeordneten Packern (52, 53) mit einem sie umgebenden, mit Öffnungen versehenen Rohr (51) eingesetzt werden, daß die Packer (52, 53) jeweils eine sich bei entsprechender Druckbeaufschlagung in den Raum zwischen den Packern (52, 53) öffnende Ventilklappe

pe aufweisen, und daß nach dichtem Einführen eines Hochdruckrohres in den Raum durch den oberen Packer (52) das thixotrope Material durch das Rohr (51) horizontal in das umgebende Erdreich gepreßt wird.

5

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß sukzessive von Hochdruckinjektionssonde (5) zu Hochdruckinjektionssonde (5) die thixotropen Materialien der Kompositschicht in das umgebende Erdreich injiziert werden, bis eine lückenlose, flächenhafte Dichtsohle (20) entstanden ist, in der die Deckschicht (210), die Nachdichtschicht (230) und die Basisschicht (220) untereinander und von Schicht zu Schicht in vertikaler und horizontaler Richtung nahtlos ineinander übergehen.

10

15

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß die seitliche Abdichtung durch Schlitzwände aus einem thixotropen Material gebildet wird.

20

16. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß die in der Kompositschicht zurückbleibenden Bohrlöcher mit einem unter Druck injizierten thixotropen Material ausgefüllt werden.

25

17. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens eine Schicht (201, 202, 203) der Kompositschicht an der Peripherie der Kompositschicht durch eine schräg zur Kompositschicht entlang der Peripherie derselben verlaufende Bohrreihe (I, II, III) zur Bildung einer Wanne dadurch nach oben gezogen wird, daß in die Bohrungen der Bohrreihe (I, II, III) unter Druck durch Injektionssonden, die entlang den Bohrungen nach oben sukzessive versetzt werden, thixotropes Material injiziert wird, und daß die Bohrungen der Bohrreihen (I, II, III) in der Reihe so voneinander beabstandet sind, daß das in benachbarten Bohrungen jeweils injizierte Material ineinander verfließt.

30

35

40

18. Verfahren nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens zwei benachbarten Schichten der Kompositschicht Bohrreihen zugeordnet sind, deren Abstand voneinander so bemessen ist, daß die mit der Hilfe der beiden Bohrreihen erzeugten Schichten ineinander verfließen.

45

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

50

55

60

65

— Leerseite —

